A204

4/45

Swedish Patent No. 121,737

Translated from Swedish by the Ralph McElroy Co., Custom Division
2102 Rio Grande, Austin, Texas 78705 USA

Code: 268-5884-1

SWEDISH PATENT

DESCRIPTION PUBLISHED BY THE ROYAL PATENT AND REGISTRATION OFFICE

PATENT NO.: 121,737

Class:	5 a:41
Application No.:	4195/1940
Application Date:	October 28, 1940
Publication Date:	May 25, 1948
Granting Date:	April 1, 1948

A PROCESS FOR THE IN SITU EXTRACTION OF OIL FROM SHALE BEDS AND SIMILAR FORMATIONS

Applicant: F. Ljungström
Svenska Skifferolje
Aktiebolaget, Örebro

The present invention refers to a way of extracting oil from shale rock and similar beds in situ by means of channels which cut through the shale strata, are supplied with heat for the heating of the shale bed, and which are separated from the outlet boreholes formed in the shale by means of shale rock sections in between. The object of the invention is to achieve an improvement of this established procedure, in particular with regard to the quality and composition of the extracted products, which is essentially obtained by embedding heating elements which are preferably heated electrically, in heating boreholes, and which have smaller cross sections than the cross sections of the boreholes and by introducing into the interspace between the channel wall and the heating element thus obtained a filling that transfers heat from the heating element and the shale and simultaneously counteracts or prevents, respectively, a flow of the oil products gasified from the shale in the direction towards and along the heating element.

The invention will be more thoroughly described below with reference to the modes of implementation as shown in examples illustrated in the enclosed figure, and other accompanying characteristics of the invention which will also be discussed.

Figure 1 illustrates a section through a part of shale bed, in which the arrangement of a heating element installed according to the invention for the accomplishment of the process is shown. A vertical section through a rock formation according to a modified design is shown in Figure 2, and a flat view of this latter design is in Figure 3.

In a shale bed, 2, vertical channels, 4 in Figure 1 and 9 in Figures 2 and 3, are drilled, in which heating elements are embedded. These can consist of coiled pipe 44 according to Figure 1, equipped with inlet 32 and outlet 36 for a hot medium, gas or steam, which then remains separated from the surroundings during its passage through the coiled pipe 44. The pipe 44 can in addition be designed as an electrical resistor and function both for the fluid conduction of the medium mentioned and for the development of heat accompanying an electric current. With the design according to Figure 2 an electric heating element 17 is used. After the heating element has been inserted the channels are filled with backing sand a maleable substance, respectively, such as cement, clay or other suitable filler. The channels can be closed at the upper ends by collars 21, 28 which must necessarily be cemented into the rock foundation. On top of the shale bed 2 there is often an overlying stratum of lime 47 (Figure 2) with a thickness of several meters. Then the electrical resistance is only active within that portion of hole 9, which is surrounded by the oil-bearing shale. In other words, the electric current at the level of the lime layer is conducted through low resistance wires and therefore thermoelectric heat is not developed here to an appreciable extent.

Besides the channels mentioned above, exhaust holes 8 according to Figures 2 and 3 are made in the shale bed, through which the

products formed during the dry distillation [carbonization] are evacuated, and which consequently do not contain any heating element. These exhaust holes 8, which are sealed from the limestone at the top by collar 27, are connected through ducts 52 to a condenser which is best cooled by either air or cooling water.

At the surface expanse of the shale bed, channels 9 and 8, respectively, are arranged in such a way, as exemplified in Figure 3, that a heat-supplying channel 9 is surrounded by a number of exhaust holes 8. It is particularly advantageous to carry out the heating of the shale bed so that a wave of heat is transmitted horizontally through the shale bed, for example in the direction from the line of holes 40 in Figure 3 towards the line of holes 41 through a successive connection of the heating elements. "When this heat wave in part of the shale bed reaches a temperature of about 300°C, or prior to this, the shale begins to release combustible gases which in part are condensable and in part not condensable and which are conveyed to a condenser, common to a plurality of channels 8 which separates the former from the latter." The incondensable gases can be used, for example, for the preheating and heating, respectively, of a new zone of the shale bed with an arrangement as depicted in Figure 1. The duration of the degasification periods may be adjusted to the desired degree, by such variables as the distance between the holes, which can be, for example, 1/2 to 2 meters. The maximum temperature of the mentioned heat wave can amount to approximately 500°.

The hydrocarbons formed during the distillation process in the shale rock include condensable products from the lighest petroleum [gasoline] to the heaviest oil. Because the heating channels according to the invention are filled, the result is that the hydrocarbons are driven in the direction of the outlet channels 8, and thus away from the hot heating elements. Otherwise, of course, the hydrocarbons would find their way to these elements to a large extent, especially in the lower part of the shale layer because of the high rock pressure prevailing there. The extraordinary

advantage is thus gained that an unwanted cracking of the oil products is essentially avoided. The heating method according to the invention therefore allows recovery of a considerably greater percentage of high-grade gasoline products than with presently familiar methods.

While a shale bed section is being supplied with heat, an expansion of the shale sets in, at least in the beginning, in the longitudinal direction of the heat supply channels, and thus in such a direction as to cross the shale layers. If a number of such channels are simultaneously heated then these create within the shale mass static pillars of heat with a greater height than that of the colder shale mass located in between them. This shale mass therefore becomes affected by forces directed in a vertical direction, the effect of which is to separate the different strata of shale from one another, so that the combined vertical displacement of these plus the gaps formed between the strata of shale approach a configuration that corresponds to the shale layer at its highest temperature around the heated channels. In a cross section the shale layer assumes the appearance shown schematically in Figure 2. On the other hand the shale layer within zones 54 limited by the dotted lines 53 in Figure 3 of the shale mass shows a falling temperature from the holes 9 to the holes 8, and within the resulting temperature differences the degasification can be considered to continue at different temperatures, for example from 300° to 500°. A certain molecule which is released from the shale mass at point 39 during the dry distillation process will on its way from this point to the outlet hole 8 pass through temperature zones of lower temperatures than that existing at point 39.

The pipe system shown in Figure 1 can be used for different heating purposes by allowing the existing channel in a previously degassed hot zone of the shale bed to conduct a fluid stream by means of pipes laid on the ground. Air, water, steam or other fluids which are heated in the process may then be led to a channel in a shale bed zone where the oil extraction is to be started or is already in progress.

After the rock mass has been degassed, it wholly or partially consists of what is called shale coke, which indicates that after the gases are driven off, combustible carbon remains in the shale. According to the invention the rock mass can be ignited before or after cooling and the residual shale coke can be oxidized to shale ashes by introducing combustion air to the existing channel system. A very slow combustion that persists for several years can in this manner remain in progress, and the heat thereby generated can be utilized for various purposes, such as the heating of shale rock and hot water for homes, steam production, cultivation of plants, etc. According to the invention the cultivation of plants can also be carried out directly on the shale rock and in this way utilize the heat stored in the rock for a great many years.

Patent claims:

1. A process for in situ recovery of oil from shale beds and similar rock layers by means of channels that penetrate the shale strata, and are supplied with heat for the heating of the shale mass and which are separated from the exhaust holes formed in the shale by means of shale bed sections in between, characterized by heating elements being embedded in the heating channels, which are preferably heated electrically, and which have smaller cross sections than the cross sections of these channels, such that the interspace thus obtained between the channel wall and the heating element may be provided with backing sand that transfers heat from the heating element to the shale and simultaneously counteracts or prevents, respectively, the flow of oil products gasified from the shale in the direction towards and along the heating elements.

2. A process according to claim 1, characterized by the interspace being filled with a cast compound.

3. A process according to claims 1 or 2, characterized by the fact that a heating element in the form of a pipeline is brought

down into the heating channels, and the inner part of the pipeline, through which is led a hot medium, is entirely separated from the channel and that the heat supply to the pipeline is also produced electrically.

4. A process according to one of the previous claims, characterized by the fact that the channel system made in the shale bed is utilized for regenerative heating of the rock mass in which channels in a previously degassed hot zone of the shale bed are connected with pipelines over the ground and are allowed to conduct a medium which is heated in this zone, and also characterized by the fact that channels in an untreated zone of the shale rock are directly or indirectly supplied with energy utilized in this manner from the previously mentioned zone.

5. A process according to one of the previous claims, characterized by the shale coke remaining in the shale rock after the degasification is combusted to produce shale ashes by introducing air into the available system of channels.

FIG. 1

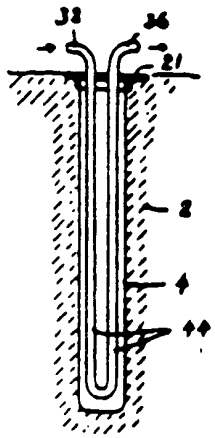
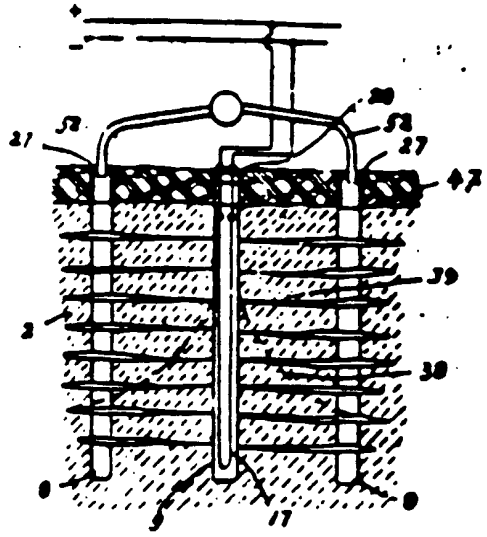
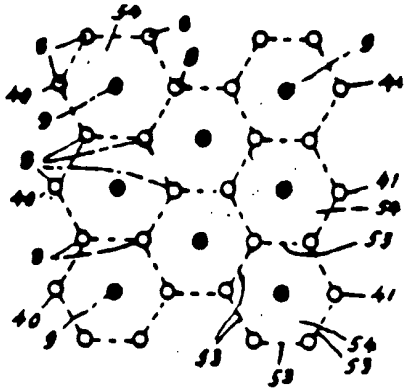


FIG. 2



SW. 121.737

FIG. 3



PATENT Nº 121 737 SVERIGE

KLASS 5 a:41

BESKRIVNING
OFFENTLIGGJORD AV KUNGL
PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

BEVILJAT DEN 1 APRIL 1948
PATENTTID FRÅN DEN 28 OKT 1940
PUBLICERAT DEN 25 MAJ 1948

Ans. den 28/10 1940, nr 4195/1940

Härtill en ritning.

SVENSKA SKIFFEROLJE AKTIEBOLAGET, ÖREBRO.

Sätt att utvinna olja ur skifferberg och dylikt in situ.

Uppfinnare: E. Ljungström

Föreliggande uppfinning hänför sig till ett sätt att utvinna olja ur skifferberg och dylikt in situ medelst skifferlagren skärande kanaler, vilka tillföras värme för uppvärmning av skiffermassan och vilka äro skilda från i skiffern utformade avloppskanaler medelst mellanliggande partier av skifferberget. Uppfinningen avser att åstadkomma en förbättring av denna kända metod speciellt i avseende på de utvunna produkternas beskaffenhet och sammansättning, vilket väsentligen ernås därigenom, att i uppvärmningskanalerna nedföras värmeelement, vilka företrädesvis uppvärmas på elektrisk väg, och vilka hava mindre tvärsektionsarea än dessa kanalers tvärsektionsarea och att i det så erhållna mellanrummet mellan kanalväggen och värmeelementet anbringas en fyllmassa, som förmedlar värmeövergång mellan värmeelementet och skiffern och samtidigt motverkar resp. förhindrar en strömning av de ur skiffern förgasade oljeprodukterna i riktning mot och längs utmed värmeelementet.

Uppfinningen skall nedan närmare beskrivas under hänvisning till å bifogade ritning som exempel visade utföringsformer av densamma, varvid även andra uppfinningen kännetecknande egenskaper skola angivas.

I fig. 1 visas en sektion genom ett parti av ett skifferberg, i vilket är anbragt ett för sättets genomförande enligt uppfinningen anordnat värmeelement. I fig. 2 visas en vertikalsektion genom ett bergsparti enligt en modifierad utföringsform och fig. 3 en planvy av denna senare utföringsform.

I ett skifferberg 2 äro nedborrade vertikala kanaler, i fig. 1 betecknade med 4 och i fig. 2 och 3 med 9, i vilka värmeelement anbringas. Dessa kunna utgöras av en rörslinga 44 enligt fig. 1, försedd med intag 32 och avlopp 36 för ett hett medium, gas eller ånga, som därvid under sin passage genom rörslingan 44 är skilt från omgivningen. Röret 44 kan därjämte vara utformat som elektriskt motstånd och fungera såväl för genomströmning av det nämnda mediet som för överbringande av värme genom elektrisk ström. Vid utföringsformen enligt fig. 2 användes ett elektriskt värmeelement 17. Sedan värmeelementet nedförts, utfyllas kanalerna med en massa resp. gjutmassa, såsom cement, lera eller dylikt. Kanalerna kunna upptill vara tillslutna av lock 21, 28, som lämpligen cementeras fast i berggrunden. Ovanpå skifferberget 2 är ofta överlagrat ett kalklager 47 enl. fig. 2 med en mäktighet av många meter, varvid det elektriska motståndet endast är verksamt mot den del av hålen 9, som är omgiven av det oljeförande skiffern. Den elektriska strömmen tillföres alltså motståndet genom ledningar, som i nivå med kalklagret äro goda ledare och därför bär icke avgiva värme i nämnvärd utsträckning.

Förutom de ovannämnda kanalerna upplåtas kanaler 8 enligt fig. 2 och 3 i skifferberget, genom vilka de vid fordestillationen förgasade produkterna avledas och vilka alltså icke invinna någon uppvärmningsmedelning. Dessa kanaler 8, som upptill äro tillslutna av lock 27, stå genom ledningar 52 i förbindelse med en kondensor, vilken lämpligen kan vara luftkyld eller också kyld av kylvatten.

I ytutsträckningen av det skifferberg, som skall avverkas, anbringas kanaler 9 resp. 8 t. ex. på sätt, som framgår av fig. 3, där en värmetillförselkanal 9 omgives av ett antal avloppskanaler 8. Det är särskilt fördelaktigt att genomföra skifferbergets uppvärmning så, att en väg av värme horisontellt fortplantas genom skifferberget, t. ex. i riktning från halraden 40 i fig. 3 mot halraden 41 genom successiv inkoppling av värmeelementen. När denna värmeväg i ett parti av skifferberget natt en temperatur av omkring 300° eller tidigare, börjar skiffern avgiva brännbara gaser, som dels äro kondenserbara dels okondenserbara och som ledas i en för ett flertal kanaler 8 gemensam kondensor, som avskiljer de förra från de senare. De okondenserbara gaserna kunna t. ex. användas för för- resp. uppvärmning av en ny zon av skifferberget vid utföringsformen enligt fig. 1. Avgasningsperiodens fullständ varieras i önskad grad, bl. a. sammanhängande med det mellan hålen valda avståndet, som t. ex. kan vara 1, 2

meter. Den nämnda värmevagens maximitemperatur kan uppgå till omkring 500

De vid destillationsprocessen i skifferberget bildade kolvätena omfatta kondenserbara produkter från den lättaste bensinen till den tyngsta oljan. Genom att uppvärmningskanalerna nu enligt uppfinningen äro igenfyllda ernas, att kolvätena föras i riktning mot avloppskanalerna 8, d. v. s. bort från de heta uppvärmningselementen. Eljest skulle nämligen kolvätena i stor utsträckning söka sin väg till dessa element, speciellt i den nedre delen av skifferlagret till följd av det där rådande höga bergtrycket. Man vinner sålunda den utomordentliga fördelen, att en icke önskvärd spaltning eller krackning av oljeprodukterna väsentligen undvikes. Uppvärmningsmetoden enligt uppfinningen medgiver därför en utvinning av procentuellt väsentligt mera högvärdiga bensinprodukter än vid hittills kända metoder.

Under värmetillförseln till ett skifferbergparti inträder åtminstone till att börja med en utvidgning av skiffern i värmetillförselkanalernas längdriktning, vilken korsar skifferlagren. Om ett antal dylika kanaler samtidigt bliva föremål för uppvärmning, bilda dessa inom skiffermassan stående värmepelare med större höjdmått än den mellan desamma belägna kallare skiffermassan. Denna skiffermassa blir därför påverkad av i vertikalriktningen gående krafter, som sträva att skilja de olika skifferlagren från varandra, så att dessas sammanlagda vertikala mått plus mellan skifferlagren uppkomna spalterna närmar sig det, som motsvarar skifferlagret vid dess högsta temperatur kring de uppvärmda kanalerna. Skifferlagret har i sektion ett utseende, som schematiskt visas i fig. 2. A andra sidan uppvisar skifferlagret inom de med streckade linjerna 53 begränsade zonerna 54 i fig. 3 av skiffermassan en fallande temperatur från hålen 9 till hålen 8, och kan inom de därvid förekommande temperaturdifferenserna avgasningen tänkas fortgå vid olika temperaturer t. ex. från 300° till 500°. En viss molekyl sota vid punkten 39 under torrdestillationsprocessen frigöres ur skiffermassan, kommer på sin väg från denna punkt till avloppshålet 8 att passera temperaturzoner, som alla uppvisa lägre temperatur än den, som existerar vid punkten 39.

Det i fig. 1 visade ledningssystemet kan användas för olika uppvärmningsändamål, genom att en i en redan avgasad del zon av skifferberget belägen kanal bringas genom över jord lagda ledningar att genomströmmas av ett fluidum, t. ex. luft, vatten eller ånga, som därunder uppvärmes och sedan t. ex. ledes till en kanal i en skifferbergzon, där oljeutvinning skall inledas resp. pågår.

Sedan bergmassan avgasats, består den helt eller delvis av s. k. skifferkoks, d. v. s. gaserna äro avdrivna, men brännbart kol finnes ännu kvar i skiffern. Enligt uppfinningen kan bergmassan före eller efter avsvalning användas och skifferkoksen i densamma förbrännas till skifferaska, genom införande av förbränningsluft i det förefintliga kanalsystemet. En mycket långsam, under många år pågående förbränning kan på detta sätt fortgå och det därvid bildade värmet utnyttjas för olika ändamål, såsom uppvärmning av skifferberg, varmvatten till bostäder, angalstring, växtodling e. d. Växtodling kan även enligt uppfinningen med fördel anbringas direkt på skifferberget, som på så sätt under en lång följd av år kan tillgodogöra sig det i berget magasinerade värmet.

Patentanspråk:

1. Sätt att utvinna olja ur skifferberg, och dylikt in situ medelst skifferlagren skärande kanaler, vilka tillföras värme för uppvärmning av skiffermassan och vilka äro skilda från [illegible] delst mellanliggande partier av skifferberget, kännetecknat därav, att i uppvärmningskanalerna nedföras värmeelement, vilka företrädesvis uppvärmas på elektrisk väg, och vilka hava mindre tvärsektionsarea än dessa kanalers tvärsektionsarea och att i det så erhållna mellanrummet mellan kanalväggen och värmeelementet anbringas en fyllmassa som förmedlar värmeövergång mellan värmeelementet och skiffern och väsentligt nedsätter resp. förhindrar en strömning av de ur skiffern förgasade oljeprodukterna i riktningen mot och längs utmed värmeelementet.

2. Sätt enligt patentanspråket 1, kännetecknat därav, att i mellanrummet ilyddes en gjutbar fyllmassa.

3. Sätt enligt patentanspråket 1 eller 2, kännetecknat därav, att man i uppvärmningskanalerna nedför värmeelement i form av en förledning, vars inre är helt avskilt från kanalen och genom vilken ledes ett värt medium, varjämte värmetillförsel till ledningen även sker på elektrisk väg.

4. Sätt enligt något av de föregående patentanspråken, kännetecknat därav, att det i skifferberget upptagna kanalsystemet utnyttjas för regenerativ uppvärmning av bergmassan genom att kanaler i en redan avgasad del zon av skifferberget förbindas med ledningar över jord och bringas att genomströmmas av ett medium, som uppvärmes av denna zon, och att kanaler i en obehandlad zon av skifferberget direkt eller indirekt tillföras ur den förstnämnda zongn på detta sätt tillvaratagen energi.

5. Sätt enligt något av de föregående patentanspråken, kännetecknat därav, att i skifferberget efter avgasningen kvarvarande skifferkoks förbrännes till skifferaska genom införande av luft i det förhandenvarande kanalsystemet.

Till Patentet N:o 121 737

FIG. 1

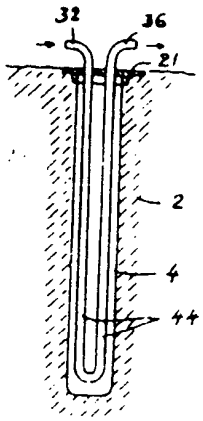
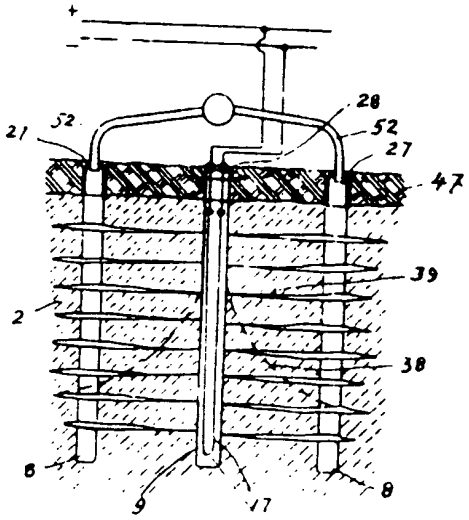
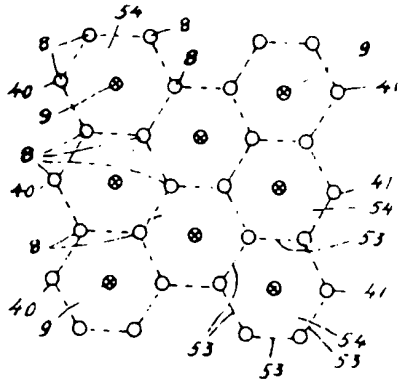


FIG. 2



SW. 121.737

FIG. 3



Swedish specification 121 757

Translation; page 1, second column, 3rd paragraph, lines 10-17.

"When this heat wave in part of the shale rock reaches a temperature of about 300°C, or prior to this, the shale begins to give off combustible gases which in part are condensable and in part not condensable and which are conveyed to a condensor common to a plurality of channels which condenser separates the former from the latter."